



Senyawa Aktif Sayuran *Cruciferae* dan Perubahan Kadar Kolesterol serta Vitamin C pada Tikus Hiperkholesterolemia

Endang Sri Sunarsih *, Lukman Hakim **, Sugiyanto**, Sumantri**

ABSTRACT

Active compounds of cruciferae family and the change of total cholesterol level and vitamine C in hipercholesterolaemic rats

Background: Cauli flower is a member of the *Cruciferae* family. One of the active compound content of indole-3-carbinol, is used to prevent and treat cancer. Vitamine C in the cauli flower as an antioxidant is able to avert free radicals that are formed in aerobic organisms and hipercholesterolaemic condition. The study aimed to determine the active compounds contained in the of cauli flower and its role in changing of the lipid profile and vitamine C levels in hipercholesterolaemic rats.

Methods: To identify up the active compounds of cauli flower by maceration repeately, with alcohol: ammoniak (19:1). The results were determinated by thin layer chromatography (TLC). Spotting results obtained were compared with standard spots in its color reaction and Rf spots with Rf standard samples. Twenty rats were divided into 4 groups, and made hipercholesterolaemic, group I as a negative control, group II as a positive control were given green tea 0.605 g/kgBW, group III-IV were given cauli flower juice for 14 days dose of 10 and 15 ml/kgBW, the blood were analyzed for total cholesterol level and vitamine C plasma.

Results: Cauli flower active compounds are indole-3-carbinol, indole-1-3-carbinol, indole-3-carboxylic acid and sulforafan they were capable of decreasing total cholesterol levels to 45%, and increasing plasma vitamine C level by 55% compared to before treatment.

Conclusion: Cauli flower contains 4 indoles, and is able to decrease total cholesterol and increase vitamine C plasma in hipercholesterolaemic rats.

Keywords: *Cruciferae*, indole, TLC, cholesterol, vitamine C

ABSTRAK

Latar belakang: Bunga kubis, termasuk keluarga *Cruciferae*. Salah satu kandungan senyawa aktifnya indol-3-karbinol, mampu mencegah dan mengobati penyakit kanker. Vitamin C yang terdapat di dalam bunga kubis sebagai antioksidan mampu menangkal radikal bebas yang terbentuk pada organisme aerobik, kondisi hiperkholesterolemia. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui senyawa aktif yang terkandung dalam bunga kubis (*Brassica Oleracea* var *Botrytis* L) dan perannya dalam mengubah profil lipid dan kadar vitamin C pada tikus hiperkholesterolemia.

Metode: Untuk menyari senyawa aktif bunga kubis dilakukan macerasi berulang, dengan alkohol: ammoniak (19:1). Hasil penyarian dilakukan penetapan senyawa aktif secara kromatografi lapis tipis (KLT). Hasil bercak yang diperoleh dibandingkan dengan bercak standar dengan membandingkan reaksi warna dan Rf bercak sampel dengan Rf standar.

Untuk mengamati efek farmakologi, 20 ekor tikus dibagi menjadi 4 kelompok, dibuat hiperkholesterolemia, kelompok I sebagai kontrol negatif, kelompok II sebagai kontrol positif diberi teh hijau 0,605 g/kgBB, kelompok III-IV diberi jus bunga kubis bunga selama 14 hari dosis 10 ml/kgBB dan 15 ml/kgBB, data darah dianalisis kadar kholesterol total serum dan vitamin C plasma.

Hasil: Bunga kubis (*Brassica Oleracea* var *Botrytis* L) mengandung senyawa aktif: indol-3-karbinol, indol-1-3-karbinol, indol-3-asam karboksilat dan sulforafan yang mampu menurunkan kadar kolesterol total serum sampai 45% dan meningkatkan kadar vitamin C plasma sampai 55% dibanding sebelum perlakuan.

Simpulan: Bunga kubis mengandung 4 senyawa indol dan mampu menurunkan kolesterol total serum dan meningkatkan vitamin C plasma pada tikus hiperkholesterolemia.

* Bagian Farmasi Kedokteran Fakultas Kedokteran Universitas Diponegoro, Jl. Dr. Sutomo 18 Semarang, Email: endss2007@yahoo.co.id

** Fakultas Farmasi UGM, Jl. Sekip Utara Yogyakarta, Email: farmasi@ugm.ac.id

PENDAHULUAN

Ketidakseimbangan antara oksidan dan antioksidan di dalam tubuh akan terjadi kerusakan oksidatif yang mengakibatkan terjadinya berbagai macam penyakit, salah satunya hiperkolesterolemia.¹ Kondisi hiperkolesterolemia dapat ditandai dengan meningkatnya senyawa radikal bebas di dalam tubuh. Vitamin C merupakan vitamin antioksidan yang mampu menangkal terbentuknya radikal bebas didalam tubuh organisme aerobik. Kandungan vitamin C pada kondisi hiperkolesterolemia akan mengalami penurunan, pada gilirannya akan menurunkan daya tahan tubuh, pada saat demikian efek antioksidan penangkal radikal bebas juga menurun. Vitamin C terkandung juga di dalam bunga kubis.

Pada dasarnya semua bahan pangan alami, baik itu berupa buah-buahan maupun sayur mayur merupakan sumber pangan yang sangat baik untuk kesehatan tubuh. Lebih-lebih bila sayur dan buah-buahan itu merupakan hasil kebun organik yang tidak terkontaminasi oleh pestisida, insektisida, lilin pengawet dan bahan kimia berbahaya lainnya. Meski demikian menurut Siaga TJ, diantara semua jenis bahan nabati, golongan *Cruciferae*, *Allium*, dan *Leguminosae* merupakan tiga keluarga yang mempunyai bukti ilmiah paling besar menyangkut efektivitas mereka dalam proses detoksikasi.

Yang termasuk dalam golongan *Cruciferae* atau golongan kubis-kubisan antara lain: brokoli, kubis/kol, bunga kubis, kol brussel, sawi hijau dan lain-lain.^{2,3,4} Khususnya dalam kaitan pencegahan dan penyembuhan penyakit kanker. Salah satu dari jenis *Cruciferae* yang telah diteliti kemanfaatannya adalah bunga kubis (*Brassica Oleracea* var *Botrytis* L).

Senyawa Bioaktif

Bunga kubis merupakan sayuran yang tergolong dalam golongan kubis-kubisan (*Cruciferae*) ini, terutama mengandung senyawa tiosianat dan glukosinolat. Zat aktif sulforafan yang terkandung dalam bunga kubis termasuk golongan isotiosianat dan senyawa aktif lain yaitu indol merupakan golongan glukosinolat yang terdapat pada tanaman golongan *Cruciferae*.

Pada kenyataannya sayuran golongan *Cruciferae* mengandung bermacam-macam derivat senyawa indol: indol-3-karbinol, indol-3-asetonitril, indol-3-karboksaldehid, 3,3'-diindolilmetan, selain itu 3-indol-asam-karboksilat, indol-asam-asetat. Kandungan senyawa derivat indol tersebut di dalam sayuran golongan *Cruciferae* sangat bervariasi.⁵ Misalnya, pada bunga kubis (*Brassica Oleracea* var *Botrytis* L) dalam 100 gram sayuran segar mengandung 1,2 mg indol-3-asetonitril dan kandungan indol-3-karboksaldehid serta

3-indol-asam karboksilat kurang dari 0,1 mg. Pada kubis (*Brassica Oleracea* var *Capitata* L) setiap 100 gram, senyawa indol yang terkandung adalah 0,6 mg indol-3-asetonitril dan kandungan indol-3-karboksaldehid kurang dari 0,1 mg. Brokoli (*Brassica Oleracea* var. *Italica* L) mengandung 0,2 mg indol-3-asetonitril dan 0,2 mg indol-3-karboksaldehid, serta kandungan 3-indol-asam karboksilat kurang dari 0,1 mg. Golongan indol yang lain dalam jumlah yang lebih kecil.⁵

Indol dan sulforafan berfungsi untuk menurunkan potensi kanker, karena kemampuan kedua komponen itu mengatur enzim yang berfungsi dalam metabolisme di dalam hepar. Indol dan isotiosianat juga dapat menghambat enzim yang dapat menyebabkan terbentuknya senyawa karsinogen penyebab kanker. Selain itu kedua senyawa tersebut dapat berperan sebagai induktor pada sistem enzim biotransformasi obat fase I pada enzim sitokrom P-450 (CYP)^{5,6}, dan biotransformasi fase II pada sekelompok enzim di dalam hepar yang mengkatalisis pada reaksi konjugasi.^{7,8}

Peran bunga kubis dalam bidang farmakologi

Beberapa penelitian telah dilakukan tentang bunga kubis antara lain mengkonsumsi tiga porsi atau lebih sayuran golongan *Cruciferae* mampu menurunkan kanker prostat dibandingkan dengan mengkonsumsi hanya satu porsi per minggu. Apabila mengkonsumsi sayuran golongan *Cruciferae* sebanyak 1-2 porsi/hari mampu menurunkan risiko kanker payudara sebesar 20-40%, mengingat bunga kubis (*Brassica oleracea* var *Botrytis* L) mengandung sulforafan dan indol yang mempunyai aktivitas antikanker. Beberapa publikasi penelitian menunjukkan bahwa kandungan sulforafan dan indol yang banyak terdapat pada sayuran golongan *Cruciferae* sangat efektif untuk mencegah pertumbuhan sel kanker payudara, prostat, ginjal, kolon, kandung kemih dan paru-paru.^{7,8,9,10,11} Kandungan sulforafan dan indol diketahui mampu menginduksi produksi enzim fase II di dalam hepar yang berperan mengangkut bahan-bahan karsinogen yang dihasilkan dari senyawa prokarsinogen dan membuangnya keluar dari sel pada proses biotransformasi. Selain itu bunga kubis juga akan menginduksi sistem enzim fase I, sitokrom P-450 hepar.^{6,9,12} hal ini telah dibuktikan pada penelitian bunga kubis (*Brassica oleracea* var *Botrytis* L) mampu meningkatkan biotransformasi diklofenak setelah diberi perlakuan selama 3 dan 5 hari dengan dosis 20 mg/kgBB pada tikus jantan, dampaknya menurunkan efek anti inflamasi diklofenak.¹²

Bunga kubis (*Brassica oleracea* var *Botrytis* L) mampu meningkatkan: kadar haemoglobin, kadar kalsium, kadar besi (Ferrum) darah tikus hiperlipidemia.^{13,14,15}

Selain itu bunga kubis (*Brassica oleracea* var *Botrytis* L) mampu meningkatkan kadar trombosit tikus yang diberi perlakuan parasetamol dosis tinggi¹⁶ diharapkan sayuran bunga kubis (*Brassica oleracea* var *Botrytis* L) dapat digunakan sebagai alternatif pilihan untuk meningkatkan trombosit darah pada penderita infeksi maupun penderita *dengue hemorrhagic fever*, dengan menyertakan bunga kubis sebagai sayur dalam makanan.

Penelitian lain pada bidang farmakokinetika, bahwa induksi bunga kubis (*Brassica oleracea* var *Botrytis* L) mampu mengubah parameter farmakokinetika beberapa obat sulfametoksazol, kinidin, diclofenak dan lain-lain, dengan kata lain obat tersebut akan lebih lama di dalam tubuh atau bahkan lebih cepat diekskresikan sehingga efek farmakologinya berubah.

Hasil penelitian ilmiah di atas membuktikan bahwa dampak positif dan negatif dari peran bunga kubis (*Brassica oleracea* var *Botrytis* L) sangat bervariasi, tergantung dari substrat, dosis, cara dan macam perlakuan yang diberikan.

METODE

Bahan: Bunga kubis (*Brassica oleracea* var *botrytis* L), dari Bandung, Ambarawa, Jawa Tengah, tikus Wistar jantan usia 2,5-3 bulan, berat 200-250 gram dari LPPT UGM, kloroform p.a (E.Merck); toluen p.a (E.Merck), indol murni, indol-3-karbinol, indol-3-asam karboksilat, Indol-1,3-karbinol, indol-3-asam asetat, Sulforafan (E.Merck), silika gel GF-254, Aqua bidestilata, HCl p.a (E.Merck), n-Heksan p.a (E.Merck), alkohol p.a (E.Merck), ammoniak p.a (E.Merck), 3,4 dinitrophenylhidrazin, (E.Merck), meta phosphoric acid (E.Merck), ascorbic acid (E.Merck), copper sulfat (E.Merck), sulphuric acid (E.Merck), thio urea (E.Merck), reagent kit untuk kolesterol: Cholesterin FS (Diasys), lemak babi.

Alat: Spektrofotometer UV-Visibel (HACH DR/2000, 546 nm), sentrifuge (Seri bifuge 15 Heracus Sepatech), plate silika sel GF-254, rak plate, sprayer, lampu UV, timbangan, sonde, macro pipet, micropipet (Sacorex), tabung ependorp, alat-alat gelas habis pakai.

Metode: Penyarian bunga kubis, dilakukan sesuai farmakope Indonesia, untuk memastikan bahwa zat aktif yang terkandung di dalam bunga kubis dilakukan penapisan bunga kubis, dengan cara dimacerasi berulang kali, dengan alkohol dan ammoniak (19:1), untuk menyari alkaloid, alkaloid yang terpisah dipekatkan, dan diasamkan dengan HCL 2 N sampai pH 2.0, kemudian disari dengan n-Heksan untuk menghilangkan senyawa non alkaloid, kemudian larutan agak dibuat basa dengan NH_4 , disari dengan khloroform berulang dan dipekat-

kan. Selanjutnya dielusi secara KLT (kromatografi lapis tipis), dengan fase diam silika gel GF 254 dan fase gerak toluen : khloroform (2 : 3).

Untuk mengamati efek farmakologi, 20 ekor tikus dibagi menjadi 4 kelompok, masing-masing kelompok 5 ekor, semua dibuat hiperkolesterol dengan tambahan pada pakan lemak babi 10% selama 14 hari, kelompok I sebagai kontrol negatif hanya diberi perlakuan aquadest, kelompok II sebagai kontrol positif diberi teh hijau 0,605 g/kgBB, kelompok III-IV diberi jus bunga kubis selama 14 hari dengan dosis 10 ml/kgBB dan 15 ml/kgBB, data darah dianalisis kadar kolesterol dengan metode CHOD-PAP (*cholesterol oxidase phenol aminoantipirine*) dan kadar vitamin C plasma dengan metode dinitrophenylhidrazin.

Analisis senyawa aktif secara kromatografi lapis tipis (KLT)

Untuk memastikan bahwa kandungan zat aktif di dalam bunga kubis sama kandungannya, dengan standart, sampel dilakukan analisis kromatografi lapis tipis, (KLT). Sampel hasil penyarian yang pekat dilarutkan dalam metanol, kemudian ditotolkan pada plate silika gel GF-254, selanjutnya dielusi dengan eluen (toluen: kloroform) (2:3).

Masing-masing hasil bercak yang diperoleh dibandingkan dengan bercak standart: indol, indol-3-karbinol, indol-1-3-karbinol, indol-3-asam karboxilat, indol-3-asam asetat (IAA) dan sulforafan. Untuk memastikan apakah dalam penotolan bercak pada lempeng silika gel GF 254 pada sampel yang diekstraksi sama dengan sampel standar, juga dilakukan pembacaan hasil bercak secara spektrofotometer UV pada panjang gelombang 254 nm dan 366 nm, dan dipertegas dengan penyemprotan menggunakan reagen anilin-asam sulfat kuat.¹⁷

HASIL

Bunga kubis dengan usia panen rata-rata 3 bulan, diperoleh dari daerah Bandung, Ambarawa, Jawa Tengah. Telah dilakukan standardisasi dari $\text{B}_2\text{P}_2\text{TOOT}$, Tawangmangu Jawa Tengah adalah bunga kubis species (*Brassica oleracea* var *botrytis* L).

Hasil uji kromatografi lapis tipis (KLT)

Untuk memperkirakan macam komponen penyusun ekstrak bunga kubis dilakukan uji KLT. Hasil KLT selengkapanya sebagai berikut:

Sampel	: Bunga kubis. (<i>Brassica oleracea</i> var <i>botrytis</i> L)
Fase diam	: Silika gel GF 254 nm dan 366 nm.

Fase gerak : toluen : khloroform (2 : 3)
 Jarak pengembangan : 15 cm.
 Deteksi : Sinar UV panjang gelombang 254 nm dan 366 nm.
 Pereaksi semprot : vanilin asam sulfat.

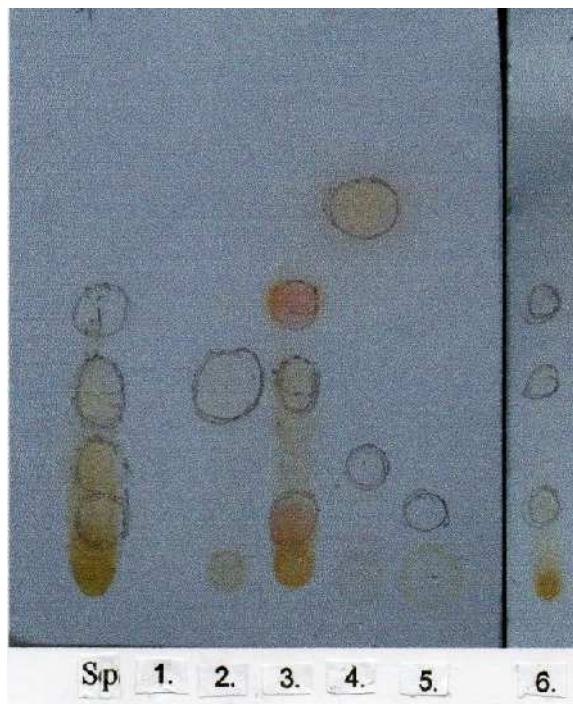
Dari hasil KLT diperoleh 4 bercak yang telah dibandingkan dengan bercak standard. Senyawa yang dihasilkan antara lain: indol-3-karbinol, indol-3-asam karboksilat, indol-1,3-karbinol dan sulforafan.

Pada Tabel 1 berikut dapat dilihat bunga kubis yang dianalisis secara KLT yang dielusi dengan fase gerak : (toluen : khloroform) (2 : 3) dan fase diam : silika gel GF 254.

Tabel 1. Hasil pemeriksaan KLT bunga kubis dengan fase gerak toluen-khloroform (2 : 3) dan fase diam silika gel GF 254

No	Harga Rf	Senyawa yang dihasilkan
1	0,20	Indol-3-karbinol
2	0,33	Indol-3-asam karboksilat
3	0,56	Indol-1,3-karbinol
4	0,63	Sulforafan

Kromatogram hasil analisis bunga kubis seperti terlihat pada Gambar 1, di bawah ini:



Gambar 1. Hasil kromatogram elusi bunga kubis (*Brassica oleracea* var *botrytis* L) dengan fase gerak toluen - khloroform (2 : 3) dan fase diam silika gel GF 254.

Gambar 1 pada kromatogram hasil elusi bunga kubis (Sp) menunjukkan adanya 4 bercak, setelah dibandingkan dengan bercak standart No. 1, 2, 3, 4, 5, 6. Pada bercak No. 6 merupakan duplikasi perlakuan dari bercak No. 3 dan 3 bercak yang dihasilkan merupakan bagian dari bercak-bercak senyawa derivat indol yang lain.

Pada Tabel 2 berikut dapat dilihat adanya perubahan warna sampel hasil KLT yang telah dielusi dengan fase gerak : (toluen : khloroform) (2 : 3) dan fase diam : silika gel GF 254, selanjutnya dideteksi dengan sinar ultra violet (UV) dan dilakukan reaksi warna dengan disemprot dengan reagen vanilin-asam sulfat.

Tabel 2. Hasil pemeriksaan KLT bunga kubis dengan fase gerak toluen - khloroform (2 : 3) dan fase diam silika gel GF 254 setelah disemprot dengan reagent vanilin-asam sulfat

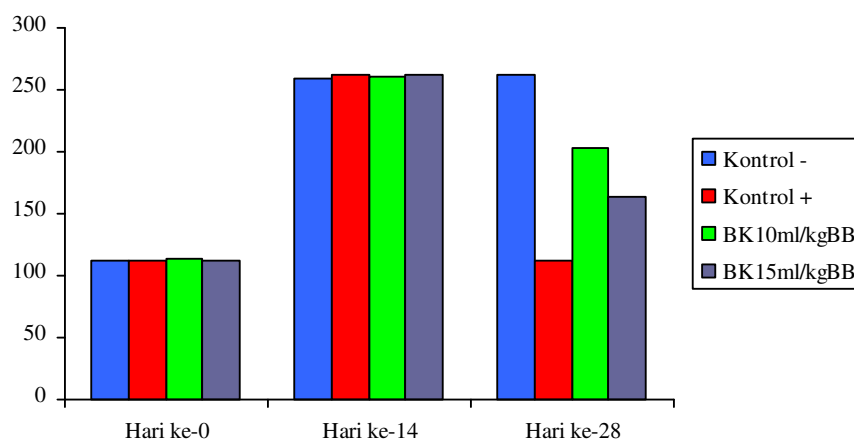
No	Warna dengan sinar UV 254 & 366 nm	Warna setelah disemprot reagen vanilin - asam sulfat
1	Merah jambu	Merah jambu
2	Biru kehitaman	Tidak berwarna
3	Biru kehitaman	Tidak berwarna
4	Coklat kehijauan	Biru

Bercak indol-3-asam asetat tidak ditemukan di dalam sampel bunga kubis, mengingat di dalam tumbuhan umumnya senyawa ini diproduksi pada jaringan yang masih mengalami pertumbuhan pesat, dan didistribusikan dari jaringan hijau yang masih muda ke jaringan yang lebih tua, yang kemudian dirusak oleh enzim IAA oksidase yang terdapat dalam tanaman bunga kubis, sehingga konsentrasinya di dalam tanaman tetap rendah, konsentrasinya akan meningkat pada tanaman yang terinfeksi jamur, bakteri, virus, mikoplasma dan nematode.¹⁸ Dalam penelitian ini bunga kubis sudah siap panen berarti tidak ada lagi jaringan yang akan tumbuh, dan kondisi bunga kubis diambil dari tanaman yang sehat/bukan bunga kubis terinfeksi sehingga kemungkinan kadar IAA yang terkandung terlalu kecil, sehingga tidak terdeteksi lewat penapisan KLT.

Pada Tabel 3 dapat dilihat hasil pengukuran kadar kolesterol total dalam pengukuran awal, penggemukan dan setelah penggemukan 14 hari dan setelah perlakuan dengan bunga kubis selama 14 hari (hari ke-28). Hasil yang diperoleh kadar awal kolesterol rata-rata 112,56 mg/dl, menunjukkan hewan coba homogen kadar kolesterolnya sebelum perlakuan, setelah penggemukan yang dicapai pada hari ke-14 dengan penambahan pakan lemak babi 10% didapat peningkatan berat badan 30-50%, telah memenuhi kriteria sebagai hewan uji hiperkolesterol.¹⁹

Tabel 3. Hasil pengukuran kadar kolesterol total awal, penggemukan dan setelah perlakuan (rerata \pm SB)

No	Kelompok	Kadar awal sebelum perlakuan (hari ke-0) (mg/dl)	Kadar penggemukan (hari ke-14) (mg/dl)	Kadar setelah perlakuan (hari ke-28) (mg/dl)
1	Kelompok I (Kontrol negatif)	112,03 \pm 1,651	258,96 \pm 2,817 (+131,15%)	261,51 \pm 2,544 (+133,43%)
2	Kelompok II (Infus teh hijau 0,605 mg/kgBB)	111,76 \pm 2,061	261,83 \pm 1,838 (+134,26%)	112,71 \pm 1,849 (+0,85%)
3	Kelompok III (Jus bunga kubis 10 ml/kgBB)	114,26 \pm 4,735	261,36 \pm 2,521 (+128,74%)	201,27 \pm 1,654 (+76,15%)
4	Kelompok IV (Jus bunga kubis 15 ml/kgBB)	112,18 \pm 2,415	262,79 \pm 1,532 (+150,61%)	163,03 \pm 1,834 (+45,33%)



Gambar 2. Kromatogram kadar kolesterol dalam darah (mg/dl) vs waktu perlakuan

Tingginya kandungan senyawa anti oksidan alami dalam bunga kubis, seperti indol dan derivatnya: indol-3-karbinol, indol-3-asam karboksilat, indol-1,3-karbinol dan sulforafan mampu menurunkan kadar kolesterol dengan cara menginduksi terbentuknya enzim glutathion s-transferase pada fase transkripsi mRNA, enzim glutathion s-transferase sebagai enzim konjugase mampu menekan terbentuknya radikal bebas lebih lanjut.²⁰

Dari kromatogram kadar kolesterol dalam darah vs waktu perlakuan pada Gambar 2, dapat diperkirakan pada hari ke-0 atau awal perlakuan dan fase penggemukan atau hari ke-14, probandus dalam keadaan homogen, mengingat kadar kolesterol yang diperoleh menunjukkan kadar yang hampir sama antar kelompok, pada perlakuan terapi bunga kubis 10 ml/kgBB dan 15 ml/kgBB menunjukkan penurunan kadar kolesterol, walaupun penurunan yang dicapai belum sejauh kelompok kontrol positif.

Dengan meningkatnya enzim glutathion s-transferase ini, maka keberadaan vitamin C sebagai vitamin yang bersifat antioksidan, di dalam darah akan pula

meningkat sampai 40,99% pada pemberian bunga kubis dosis 10 ml/kgBB, dan 55,35% pada pemberian bunga kubis dosis 15 ml/kgBB, dibanding dengan awal sebelum perlakuan, mengingat glutathion s-transferase merupakan penanda tingginya senyawa antioksidan di dalam tubuh, apabila keberadaannya meningkat.^{6,9,20}

Bunga kubis mampu menurunkan kadar kolesterol total tikus hiperkolesterolemia secara signifikan, dibanding dengan kontrol negatif ($p < 0,05$).

Pada Tabel 4 data hasil perolehan kadar vitamin C plasma pada awal, penggemukan dan terapi, vitamin C merupakan serangkaian peran pada penurunan kadar kolesterol dalam darah, mengingat sifat reduktor vitamin C yang mampu menjaga enzim konjugase glutathion s-transferase dalam kondisi tereduksi, dalam bunga kubis kadar vitamin C cukup tinggi (50-91 mg dalam 100 gram bunga kubis).

Dampak lebih lanjut vitamin C alami dalam darah, pada saat terjadi proses penggemukan, kadarnya akan menurun, namun setelah proses terapi dengan bunga kubis yang kandungan antioksidannya cukup tinggi,

Tabel 4. Hasil pengukuran kadar vitamin C awal, penggemukan dan setelah perlakuan (rerata \pm SD)

No	Kelompok	Kadar awal sebelum perlakuan (hari ke-0) (mg/dl)	Kadar penggemukan (hari ke-14) (mg/dl)	Kadar setelah perlakuan (hari ke-28) (mg/dl)
1	Kelompok I (Kontrol negatif)	3,26 \pm 0,140	3,16 \pm 0,06 (-3,07%)	3,38 \pm 0,146 (+3,68%)
2	Kelompok II (Infus teh hijau 0,605 mg/kgBB)	3,28 \pm 0,100	3,26 \pm 0,128 (-0,61%)	4,11 \pm 0,077 (+25,30%)
3	Kelompok III (Jus bunga kubis 10 ml/kgBB)	3,22 \pm 0,134	3,14 \pm 0,128 (-2,48%)	4,54 \pm 0,108 (+40,99%)
4	Kelompok IV (Jus bunga kubis 15 ml/kgBB)	3,27 \pm 0,077	3,25 \pm 0,121 (-0,61%)	5,08 \pm 0,126 (+55,35%)

lama pemberian bunga kubis selama 14 hari akan mengembalikan efek anti oksidan hingga meningkatkan kadar vitamin C mencapai 40-55%. Seperti terlihat pada Tabel 4.

Mengingat vitamin C juga dapat berperan sebagai antioksidan sekunder dengan mempertahankan glutathione tereduksi sebagai glutathione endogen yang sangat penting bagi tubuh untuk menangkal radikal bebas.²¹ Vitamin C bersama vitamin A, mineral selenium, zeng, yang terdapat dalam bunga kubis, memiliki kemampuan menekan radikal bebas yang akan menyerang lipid, sebagai *scavenger* radikal bebas, vitamin A, C dapat secara langsung bereaksi dengan superoksida maupun anion hidroksil, juga berbagai hidroperoksida lipid,²¹ yang akhirnya berdampak penurunan kadar kolesterol dalam darah, yang diharapkan profil lipid dalam tubuh menjadi berubah komposisinya.

SIMPULAN

Senyawa aktif dalam bunga kubis (*Brassica oleracea* var *Botrytis* L) yang dihasilkan pada penelitian ini, diantaranya indol-3-karbinol dan sulforafan yang telah dibuktikan secara ilmiah mampu mencegah dan mengobati beberapa penyakit kanker. Senyawa lain yang ditemukan dalam bunga kubis adalah indol-3-asam karboksilat, indol-1,3-karbinol.

Bunga kubis mampu menurunkan kadar kolesterol total sampai 45% pada dosis pemberian 15 ml/kgBB dan meningkatkan kadar vitamin C sampai 55% dibanding awal perlakuan.

DAFTAR PUSTAKA

- Yoshikawa T and Naito Y. What is oxidative stress ? JMAJ, 2002; 45(7):271-76.
- Sutrisno, RB. Taksonomi spermatophyta untuk farmasi, edisi 1, Fakultas Farmasi Universitas Pancasila, Jakarta.1998.
- Dalimartha S. Atlas tumbuhan obat Indonesia. Jilid II. Trubus Agriwidya. Jakarta. 2000.
- Pracaya. Kol atau Kubis. PT. Penebar Semangat Jakarta. 2001, 1-43.
- Wall M, Tailor H, Perera P, Wani HC. Journal of natural products. Vol. 51, No. 1, Januari-Februari, 1988, 129-135.
- Perocco P, Bronzetti G, Canistro D. Glucoraphanin, the bioprecursor of the widely extolled chemopreventive agent sulforaphane found in broccoli, induces phase-I xenobiotic metabolizing enzymes and increases free radical generation in rat liver. Mutat Res. 2006, Mar 20; 595(1-2):125-136.
- Woolf, TM. Handbook of drug metabolism. Marcel Dekker, Inc, 1999.
- Lee S-A, Fowke JH, Lu W, Ye C, Zheng Y, Cai Q, Gu K, Gao y-T, Shu X-O, Zheng W. American Journal of Clinical Nutrition, 2008; March, Vol. 87, No 3,753-760.
- Myzak MC, Tong P, Dashwood WM, Dashwood RH and Ho. Sulforaphane retards the growth of human PC-3 xenografts and inhibits HDAC activity in human subjects. Exp. Biol. Med. 2007;232:227-234.
- Sarkar FH, Li Y. Indol-3-carbinol and prostate cancer, J. Nutr. American Society for Nutritional Sciences. 2004. 134 : 3493S-3498S.
- Higdon JV, Delage B, William DE, and Dashwood RH. Cruciferous vegetables and human cancer risk: epidemiologic evidence and mechanistic basis. Pharmacol. Res. 2007;55:224-236.
- Sunarsih ES, Palupi, Hapsari I. Pengaruh Pemberian jus bunga kubis (*Brassica Oleracea* var *botrytis*) terhadap kadar sodium diklofenak pada terapi anti inflamasi, tikus putih jantan. Majalah Obat Tradisional, UGM. Yogyakarta ISSN: 1410-5918. Vol. 16, No. 1. Januari-April, 2011.
- Sunarsih ES. Perubahan kadar hemoglobin darah tikus putih jantan hiperkolesterol, akibat pemberian sari bunga kubis (*Brassica Oleracea* var *botrytis*). Jurnal Farmasi Sains & Komunitas, Yogyakarta. ISSN: 1693-5683, Vol. IV. Nomer : 1, Mei 2008.

14. Sunarsih ES. Pengaruh pemberian kombinasi seduhan teh hijau dan juice kubis bunga (*Cauli Flower*) terhadap perubahan kadar kalsium darah tikus putih jantan yang digemukkan. Seminar Nasional Kontribusi Herbal Medicine dan Akupunktur dalam dunia kedokteran, Yogyakarta 5 Agustus 2006.
15. Sunarsih, ES. Pengaruh pemberian sari bunga kubis (*Cauli Flower*) terhadap perubahan kadar besi darah tikus putih hiperkolesterol. Proceeding/Risalah Seminar Ilmiah Nasional Hasil Penelitian "Fitofarmaka: Imunomodulator Masa Kini" Fakultas Farmasi Universitas Sanata Dharma Yogyakarta. 16 September 2006. ISBN 979-1088-04-7.
16. Marfuah, Sunarsih ES. Pengaruh pemberian bunga kubis (*Cauli Flower*) terhadap perubahan kadar trombosit darah tikus yang diberi parasetamol dosis tinggi. Skripsi, Stifar Semarang, 2011.
17. Sumarmo. Kromatografi teori dan petunjuk praktikum, Bagian Kimia Farmasi, Fakultas Farmasi UGM, Yogyakarta. 2002. 57-61.
18. Abadi AL. Ilmu penyakit tumbuhan. Banyumedia Publishing, Malang Jawa Timur. 2003.
19. Sarto M and Retnoaji B. Pengaruh melatonin terhadap profil lipoprotein tikus putih (*Rattus norvegicus* L) hiperlipidemia. Laporan Penelitian Gama Sains. Jurnal Lembaga Penelitian. Yogyakarta : UGM, 2003.
20. Hecht SS, Carmella SG, Patrick MJ, Kenney, Low, SH, Arakawa K and Yu MC. The journal of nutrition, January 27, 2004.
21. Chow CK. Vitamin E. In: Stipanuk M.H (Editor). Biochemical and physiological aspect of human nutrition. New York. Division of Science Cornell University Ithaca, 2000.584-95.